

рекомендуемых стандартом. Полученный материал удовлетворяет требованиям ДСТУ [7] по теплофизическим показателям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Colin McD., Natural Building Materials in Mainstream Construction: Lessons from the U. K. Journal of Green Building: 2008, Vol. 3, No. 3, pp. 1-14.
2. Stevulova N., Kidalova L. Lightweight Composites Containing Hemp Hurds// Procidea engineering – 2013. – Nr. 65. pp. 69.-74.
3. Kidalova L, Stevulova N, Terpakova E, Helcman M. Effective utilization of alternative materials in lightweight composites.// Chem. Eng. Transac. 2011; No. 25: p. 1079-1084.
4. A. Ashori, A. Nourbakhsh, Bio-based composites from waste agricultural residues// Waste Management 30, 2010, - 680 p.
5. Линник Д. С. Влияние высокоактивной пуццолановой добавки на свойства композиционного гипсового вяжущего и арболитобетона на его основе / Д. С. Линник, В. И. Юсипчук, Е. С. Шинкевич // Вісник ОДАБА. - 2015. - Вип. 57. - С. 273-278.
6. Шинкевич О.С. Оптимізація складів сухих будівельних сумішей на основі експериментально-статистичних моделей / О.С. Шинкевич, А.Б. Тимняк, Д.С. Лінник, А.А. Тертичний // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. - К. 2013 р. – Вип. 48. - С. 179-183.
7. ДСТУ Б В.2.7-271:2011. Арболіт та виробы з нього. Загальні технічні умови; введено вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 19222-84). – Видання офіційне. – Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2012р. -32с.

## УДК 691.12:691.3

### ВЗАЄМОВПЛИВ СУПЕРПЛАСТИФІКАТОРА ТА НАПОВНЮВАЧІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО БЕТОНУ

*Ст. Набільська Т.И., Тиховский А.С. , гр. ПСК-606н*

*Консультант – Тертичний А.А.*

*Научний керівник – д.т.н., професор Шинкевич Е.С.*

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*

Аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень [1] властивостей бетонів з використанням суперпластифікаторів, показав здатність деяких суперпластифікаторів (СП) викликати збільшення деформацій усадки і повзучості матеріалів, отриманих з літих сумішей. Вплив окремих фракцій суперпластифікатора на параметри бетонної суміші та властивості бетону досліджувалися на дрібнозернистому бетоні в нормальних умовах твердіння. Склад бетону: цемент криворізький марки М500 – 500 кг/м<sup>3</sup>; пісок кварцовий Дніпропетровськ М = 2,1 – 1500 кг/м<sup>3</sup>; вода – 250 л. Досліджувалися склади:

1. еталонний без СП;
2. суперпластифікатор С-3 – 0,6% від маси цементу;
3. легка фракція (ЛФ) – 0,048% (8% від маси СП);
4. середня фракція (СФ) – 0,066% (11% від маси СП);
5. важка фракція (ВФ) – 0,486% (81% від маси СП);
6. легка фракція (ЛФ) – 0,6% (100% від маси СП);
7. середня фракція (СФ) – 0,6% (100% від маси СП);
8. важка фракція (ВФ) – 0,6% (100% від маси суперпластифікатора)

Для випробувань виготовлялися зразки розміром 10x10x10см і призми розміром 4x4x16 та 10x10x40 см. Рухливість бетонної суміші оцінювалися за розпливом конусу без вібрування і при вібруванні [2]. Результат занесено в табл. 1.

## Властивості бетонних сумішей і бетонів з суперпластифікатором

№	Добавка С-3 або її фракції				Розплив конусу	Призна мідність	Середня густина	Водопоглинання	Водостійкість
	Вигляд	Молекулярна маса	Кількість						
			% від цементу	% доля С-3					АТ
1.	-	-	-	-	185	26,5	2078	7,38	0,89
2.	С-3	1280	0,6	100	254	28,8	1936	7,14	0,97
3.	ЛФ	480	0,048	8	171	23,2	2009	7,43	-
4.	СФ	1580	0,066	11	200	23,4	2004	7,19	-
5.	ТФ	3310	0,486	81	290	30,6	2109	6,88	-
6.	ЛФ	480	0,6	100	208	22,3	1954	7,46	-
7.	СФ	1580	0,6	100	252	21,8	1962	6,16	-
8.	ТФ	3310	0,6	100	300	32,4	2115	4,37	-

Проведений аналіз показав, що влив С-3 на міцні сні характеристики тісно пов'язаний зі складом суперпластифікатора. Легка фракція суперпластифікатора дещо прискорює процес твердіння бетону в ранні терміни. Середня фракція збільшує рухливість бетонної суміші. Важка фракція уповільнює структуроутворення і твердіння бетону на ранніх стадіях, формує щільну структуру бетону з підвищеною середньою густиною, збільшує міцність до 22%, знижує водопоглинання за масою. До плюсів суперпластифікатора відносять зниження витрат цементу та води, а також зменшення усадки та тепловідлення.

Далі аналізувався вплив виду суперпластифікатора на властивості бетонної суміші. З літературних джерел [3,4] відомо, що суперпластифікатори (СП) використовують для одержання литих бетонних сумішей без зміни вмісту води (само ущільнюючі суміші): для отримання бетонів високої міцності, щільності та водонепроникності за рахунок зниження величини водоцементного відношення (В/Ц). СП забезпечує зниження потреби води бетонної суміші від марки П1 (ОК=2-4см) до П5 (ОК>20см) при низькій потребі води. Вплив різних типів пластифікаторів на зниження водопотреби, на міцності, гідратаційні та деформаційні властивості представлено в табл. 2.

Таблиця 2

## Вплив добавок на властивості

Добавки	Критерії ефективності						
	Зниження водопотреби	Потенційне підвищення якості	Вплив на гідратаційні властивості	Фактичне підвищення якості	Вплив на деформації усадки	Вплив на водостійкість	
						АТ	НАТ
С-3 (данні автора)	12.5-26.9	1.204-1.546	0.582-0.932	0.77-1.223	1.09-1.223	0,97	0,90
С-3	24-28	1.464-1.578	0.662-0.735	1.033-1.076	-	-	-
Melment F-10	23-26.9	1.439-1.546	0.713-0.936	1.03-1.39	0.91-1.445	-	-
Melment F-10 (данні автора)	24-26	1.464-1.519	0.817-0.832	1.2-1.24	-	-	-
Peramin	23-26.9	1.439-1.546	0.768-0.841	1.06-1.21	1.2-1.258	-	-
Izola	12.5-26.9	1.204-1.546	0.733-1.036	0.93-1.25	0.518-1.03	-	-

Аналіз літературних джерел [3..5] показав, що вплив суперпластифікатора на властивості дрібнозернистого бетону потрібно досліджувати і надалі.

Окрім суперпластифікаторів, не малу роль, на властивості дрібнозернистого бетону виконують наповнювачі, про це писав ще в 1886 році М.А. Белелюбський. У якості

наповнювачів бетонів застосовують тонкомолоті кварцові піски, карбонатні матеріали, доменні і паливні шлаки та інші. Наповнювачі можуть вступати в хімічну взаємодію з продуктами гідратації цементу (золи, шлаки, мета каолін) або не вступати (кварцовий пісок) але в обох випадках. Маючи високу питому поверхню, вони є активними компонентами твердіючих цементних систем.

Наповнювачі також зазвичай знижують водовідділення, сприяють збереженню рухомості бетонних сумішей. Спеціальні наповнювачі можуть надавати бетону спеціальні властивості.

Предмет – дрібнозернистий бетон з різними типами СП та наповнювачів.

Об'єкт дослідження – експериментально-статистичні залежності взаємовпливу суперпластифікатора та наповнювачів на властивості дрібнозернистого бетону.

Мета дослідження – оптимізація властивостей дрібнозернистого бетону з добавкою суперпластифікатора, та різних типів наповнювачів.

$$Y = \begin{matrix} \boxed{\begin{matrix} A_1v_1 + A_{12}v_1v_2 \\ A_2v_2 + A_{13}v_1v_3 \\ A_3v_3 + A_{23}v_2v_3 \end{matrix}} & \boxed{\begin{matrix} D_{14}v_1x_4 + D_{15}v_1x_5 + D_{16}v_1x_6 \\ D_{24}v_2x_4 + D_{25}v_2x_5 + D_{26}v_2x_6 \\ D_{34}v_3x_4 + D_{35}v_3x_5 + D_{36}v_3x_6 \end{matrix}} & \boxed{\begin{matrix} B_{44}x_2^4 + B_{45}x_4x_5 \\ B_{55}x_2^5 + B_{46}x_4x_6 \\ B_{66}x_2^6 + B_{56}x_5x_6 \end{matrix}} \\ (a) & (b) & (c) \end{matrix}$$

(ЕСМ) впливу СП і питомої поверхні поверхні наповнювача в вигляді трепелу на водостійкість дрібнозернистого бетону:

$$W = \begin{matrix} \boxed{\begin{matrix} 0,716v_1 + 0,0 \\ 0,732v_2 + 0,993 \\ 0,702v_3 + 0,0 \end{matrix}} & \boxed{\begin{matrix} -0,071v_1x_4 + 0,0 + 0,0 \\ 0,058v_2x_4 + 0,0 + 0,061v_2x_6 \\ -0,028v_3x_4 + 0,0 + 0,0 \end{matrix}} & \boxed{\begin{matrix} 0,096x_2^4 + 0,027x_4x_5 \\ 0,048x_5^2 + 0,039x_4x_6 \\ 0,052x_6^2 + 0,0 \end{matrix}} \\ (a) & (b) & (c) \end{matrix}$$

**Висновок:** Розрахована експериментально-статистична модель (2) описує закономірності зміни водостійкості дрібнозернистого бетону (яка характеризувалась коефіцієнтом розмягчення) під впливом суперпластифікатора С-3 (X6) разом з площею питомої поверхні мінерального наповнювача – трепела (V1, V2, V3). Слід зазначити, що підвищенню водостійкості сприяє застосування трепелу двох фракцій: S<sub>1</sub>=300; S<sub>3</sub>=600 (м<sup>2</sup>/кг). Аналіз моделі показує необхідність подальших досліджень сумісного впливу суперпластифікатора і наповнювача на структуру і властивості дрібнозернистого бетону.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Булгакова, М.Г. Влияние суперпластификаторов на основные свойства бетонов в конструкциях / М.Г. Булгакова // Химические добавки для бетонов. – М.: НИИЖБ, 1987.
2. Пшінько О.М. Вплив суперпластифікатора С-3 на основні властивості бетонної суміші і бетону / О.М. Пшінько, Т.І. Афанасьєва // Статті КУПББМ, Вип. №25, 2008. С.104-102.
3. Юмашева Е.І. Ефективність застосування суперпластифікаторів в бетонах / Будівельні матеріали №10 (622), жовтень 2006р. С.23-24.
4. Башлыков Н.Ф. Комплексные пластифицирующие-ускоряющие добавки на основе суперпластификатора С-3 и промышленных смесей тиосульфата и роданата натрия / Н.Ф. Башлыков и др. // Бетон и железобетон. – 2004. - №6. – С.13-16.
5. Шинкевич О.С. Експериментально-статистична оцінка властивостей активованих і неактивованих дрібнозернистих сумішей і бетонів / О.С. Шинкевич, А.А.Тертичний, С.С. Закаблук, І.Н. Мироненко // Науковий вісник будівництва ХНУБА, Харків, 2017. С. 92-99.